

Tervetuloa
Pohjois-Tapiolan, Tapiolan ja
Viherlaakson lukiot
12.10.2016



Yleisesittely:
Mikä CERN on ja mitä täällä
tehdään?

Timo Hakulinen

BE/ICS

Lyhyt Intro: mistä
on kysymys

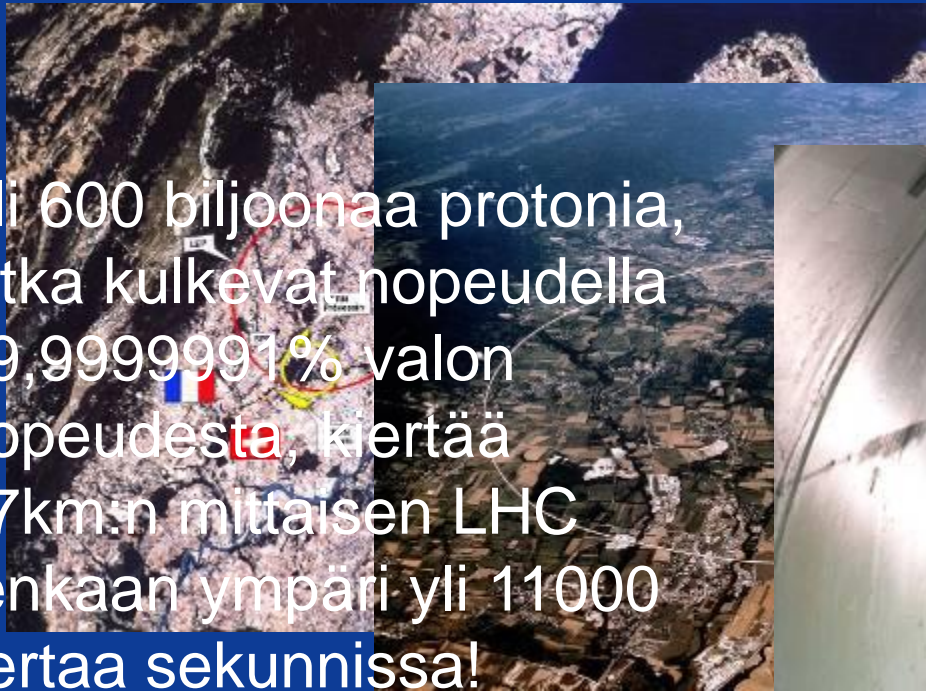
Paikka, jossa paiskataan tavaraa vastakkain ja katsotaan mitä tapahtuu!



Ja miten se tehdään oikeasti?

Maailman nopein “kilparata” – Large Hadron Collider (LHC)

Yli 600 biljoonaa protonia,
jotka kulkevat nopeudella
99,99999991% valon
nopeudesta, kiertää
27km:n mittaisen LHC
renkaan ympäri yli 11000
kertaa sekunnissa!



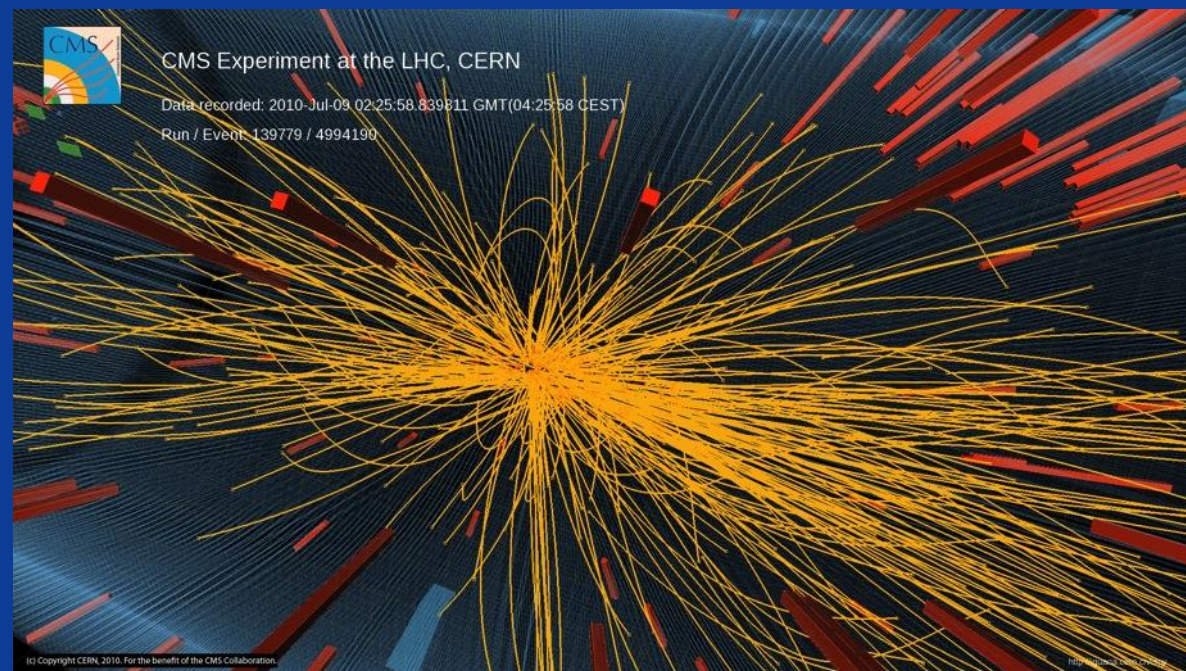
Yksi maailmankaikkeuden kylmimmistä paikoista!

Lämpötila -271 Celsius-astetta, ts. 1,9 astetta absoluuttisen nolapisteen yläpuolella, tekee LHC:n kryostaatista kylmemmän kuin ulkoavaruus.

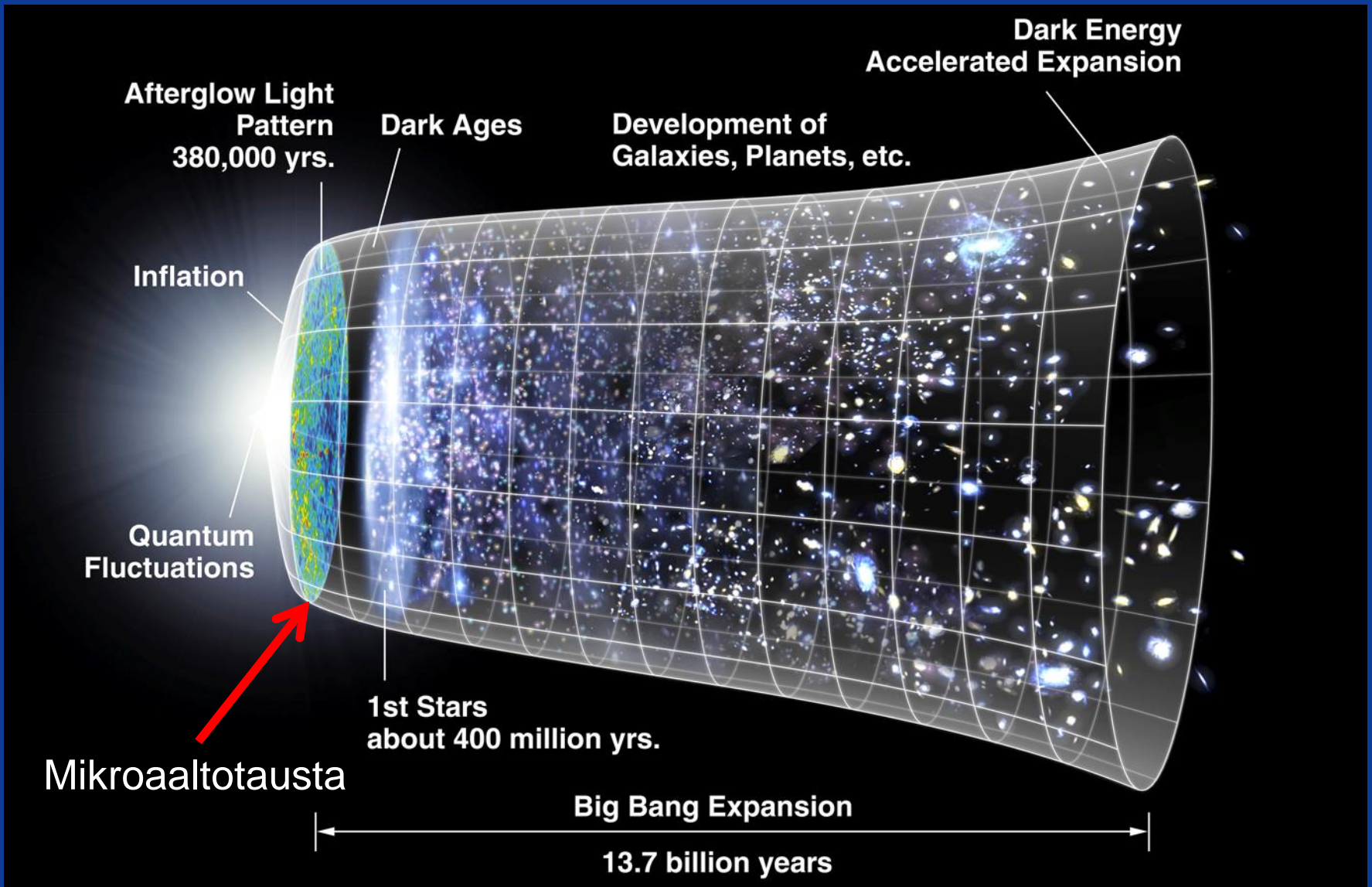


Yksi maailmankaikkeuden kuumimmista paikoista!!

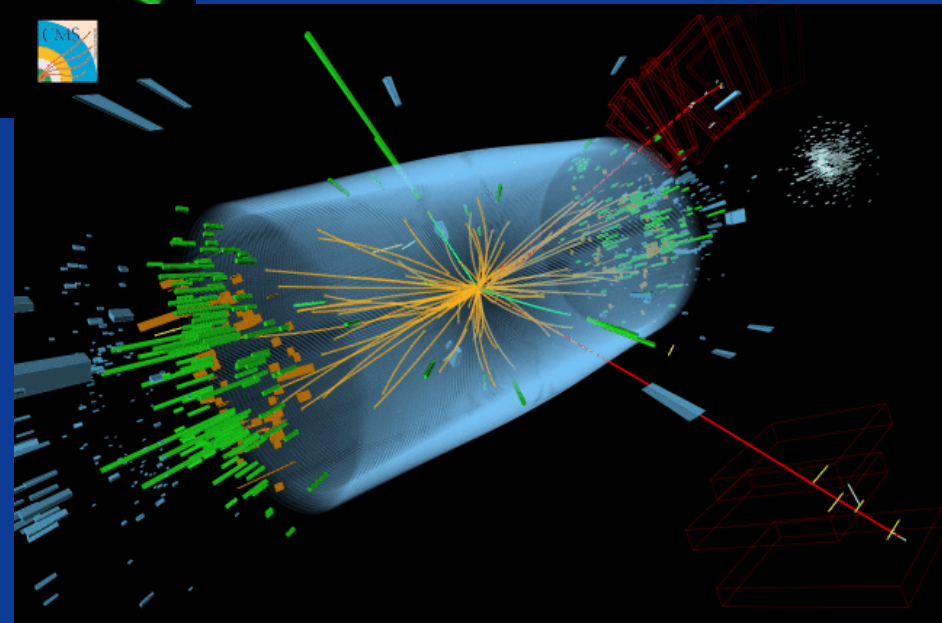
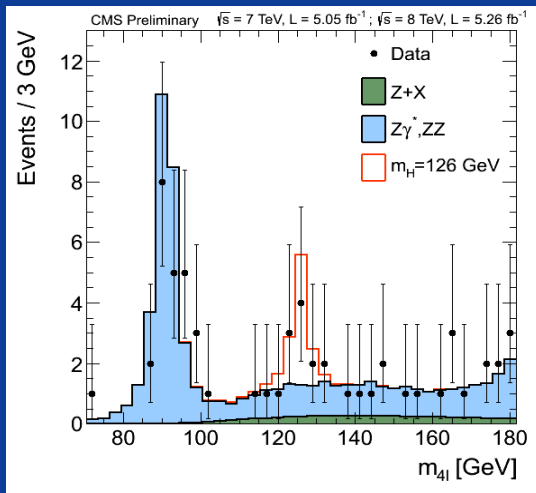
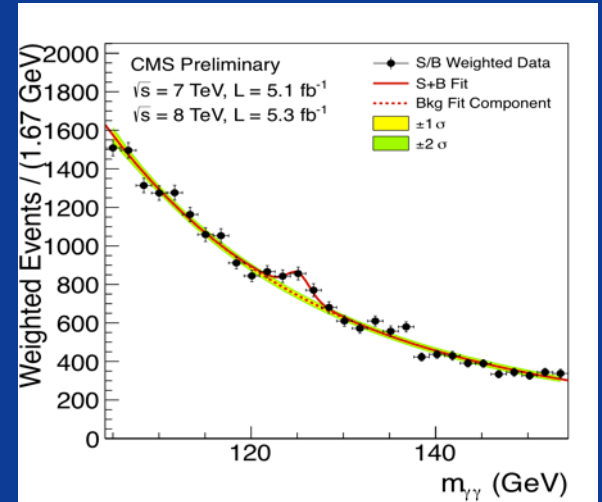
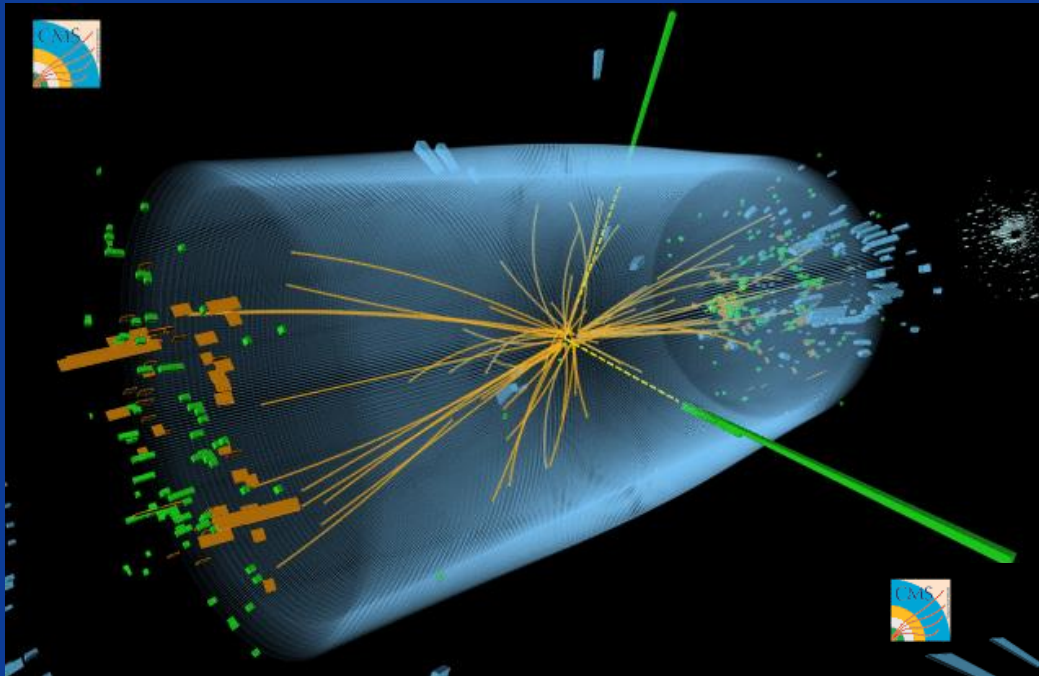
Kahden
korkeaenergisien
protonisuihkun törmäys
luo äärimmäisen
pieneen tilavuuteen ja
hyvin lyhyeksi aikaa
lämpötiloja, jotka ovat
yli miljardi kertaa
korkeampia kuin
aurion ytimen
lämpötila.



Tutkimuskohde: Big Bang



Tutkimuskohde: Higgs:in bosoni

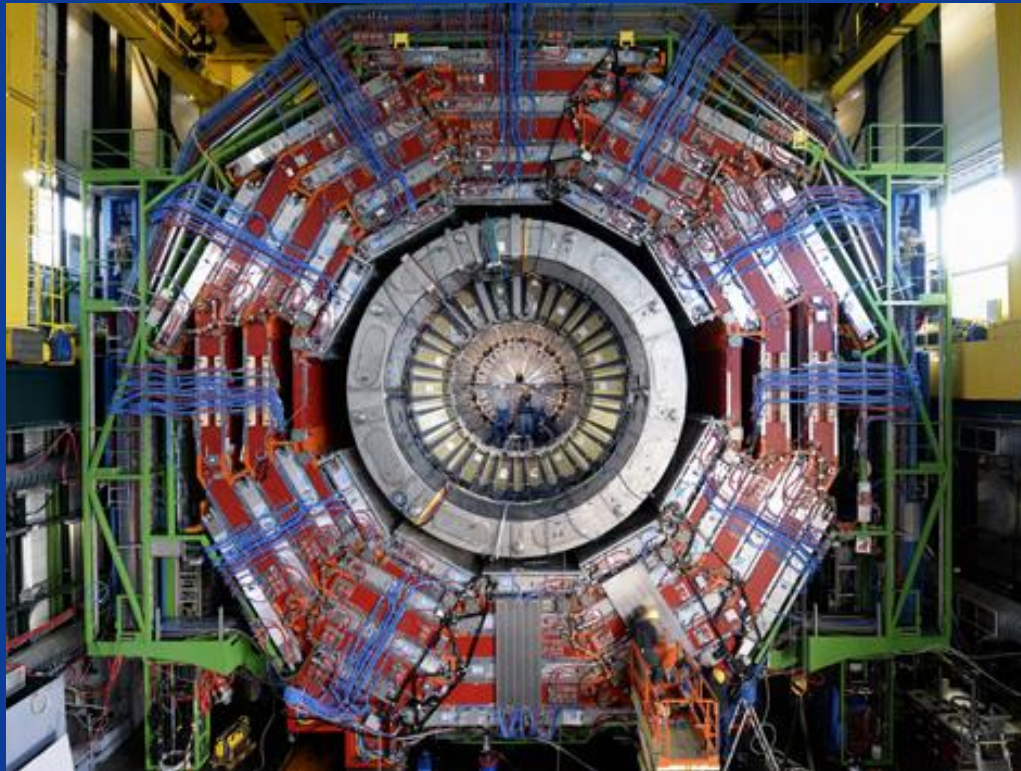


Nobel 2013: Englert ja Higgs



"for the theoretical discovery of a mechanism that contributes to our understanding of the origin of mass of subatomic particles, and which recently was confirmed through the discovery of the predicted fundamental particle, by the ATLAS and CMS experiments at CERN's Large Hadron Collider".

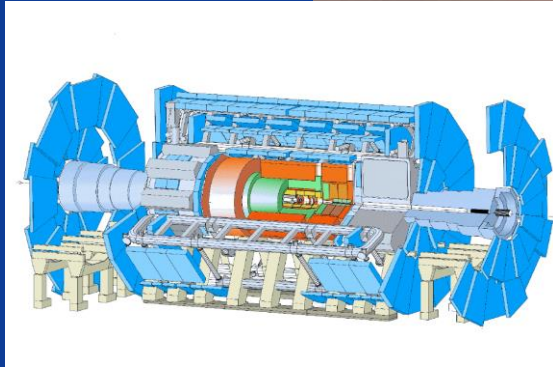
CERNin tutkimus tehdään kaikkien aikojen kookkaimmilla ja monimutkaisimmilla ilmaisimilla



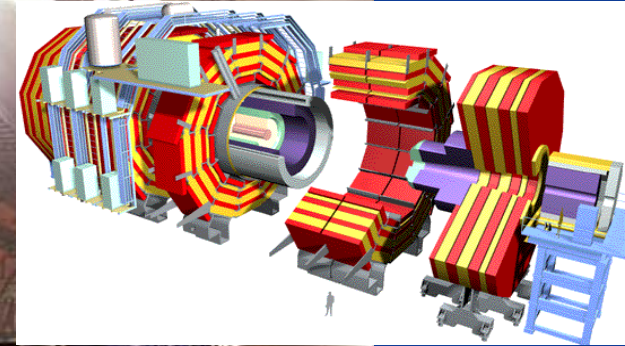
Havaitakseen ja tallentaakseen signaaleja 600 miljoonasta protonitörmäyksestä sekunnissa, CERNin tutkijat rakentavat valtavia ilmaisimia, jotka kykenevät mittaamaan minimaalisen pieniä hiukkasia suurenmoisella tarkkuudella.

Neljä suurta LHC-koetta

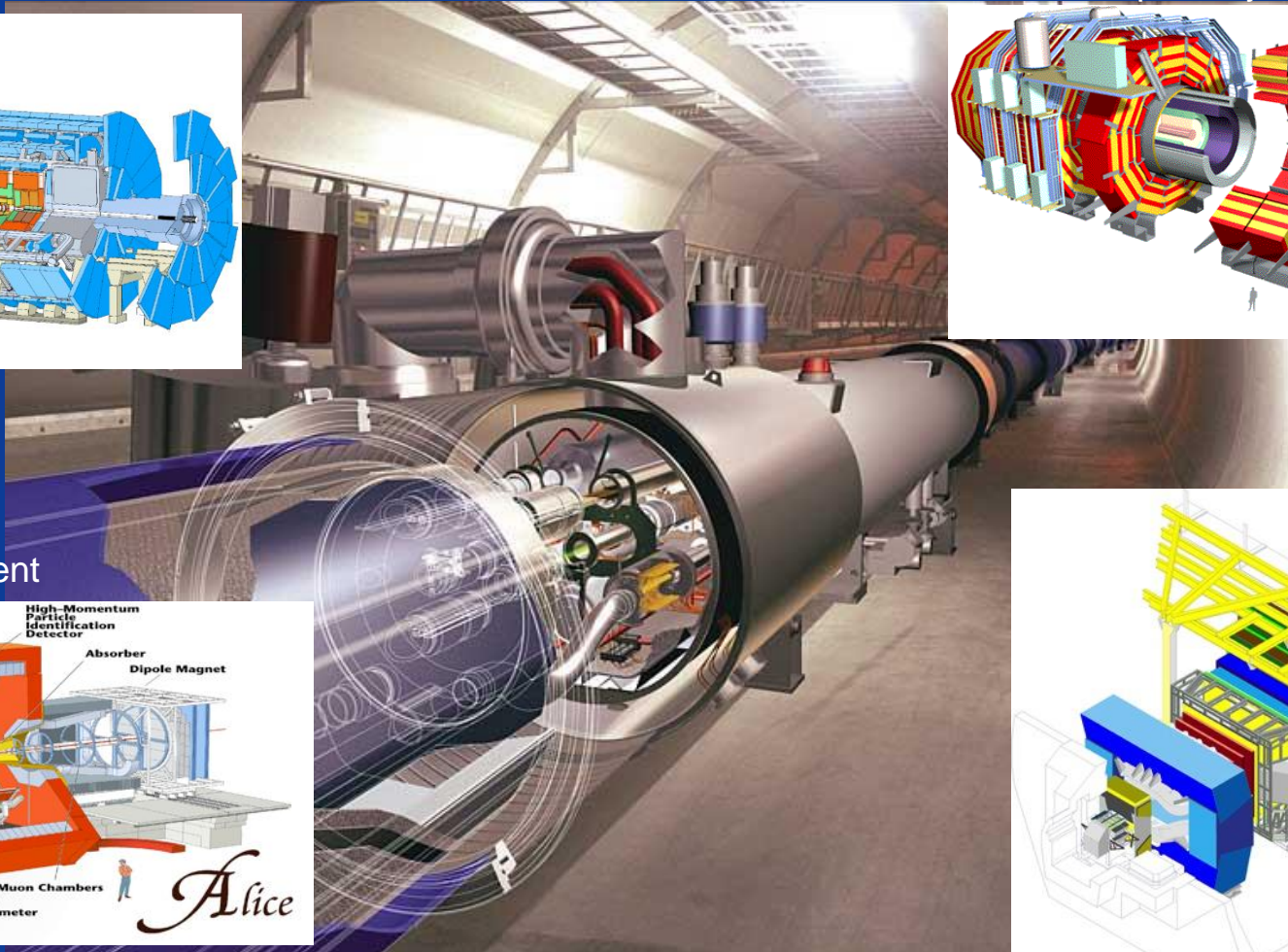
ATLAS
A Toroidal
LHC Apparatus



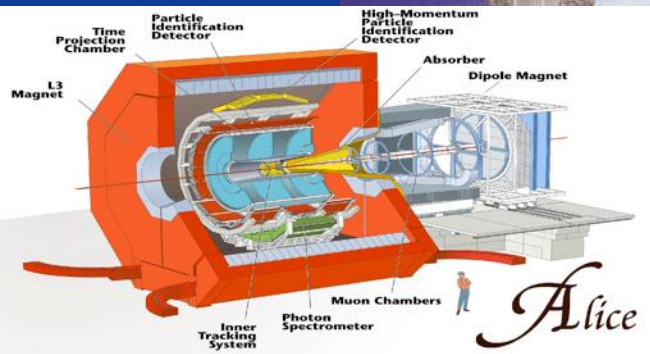
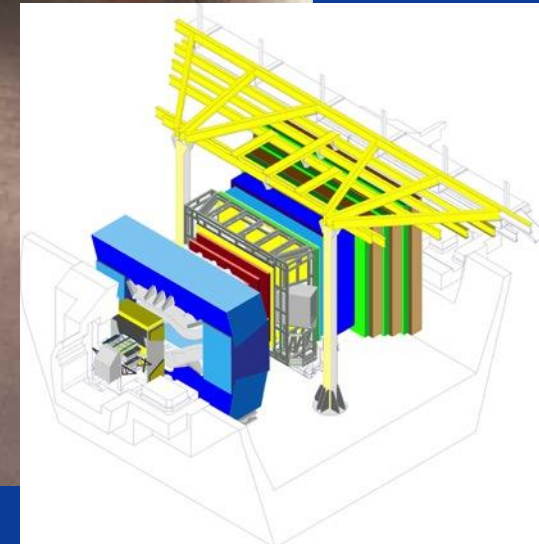
CMS
Compact Myon Solenoid



ALICE
A Large Ion
Collider Experiment

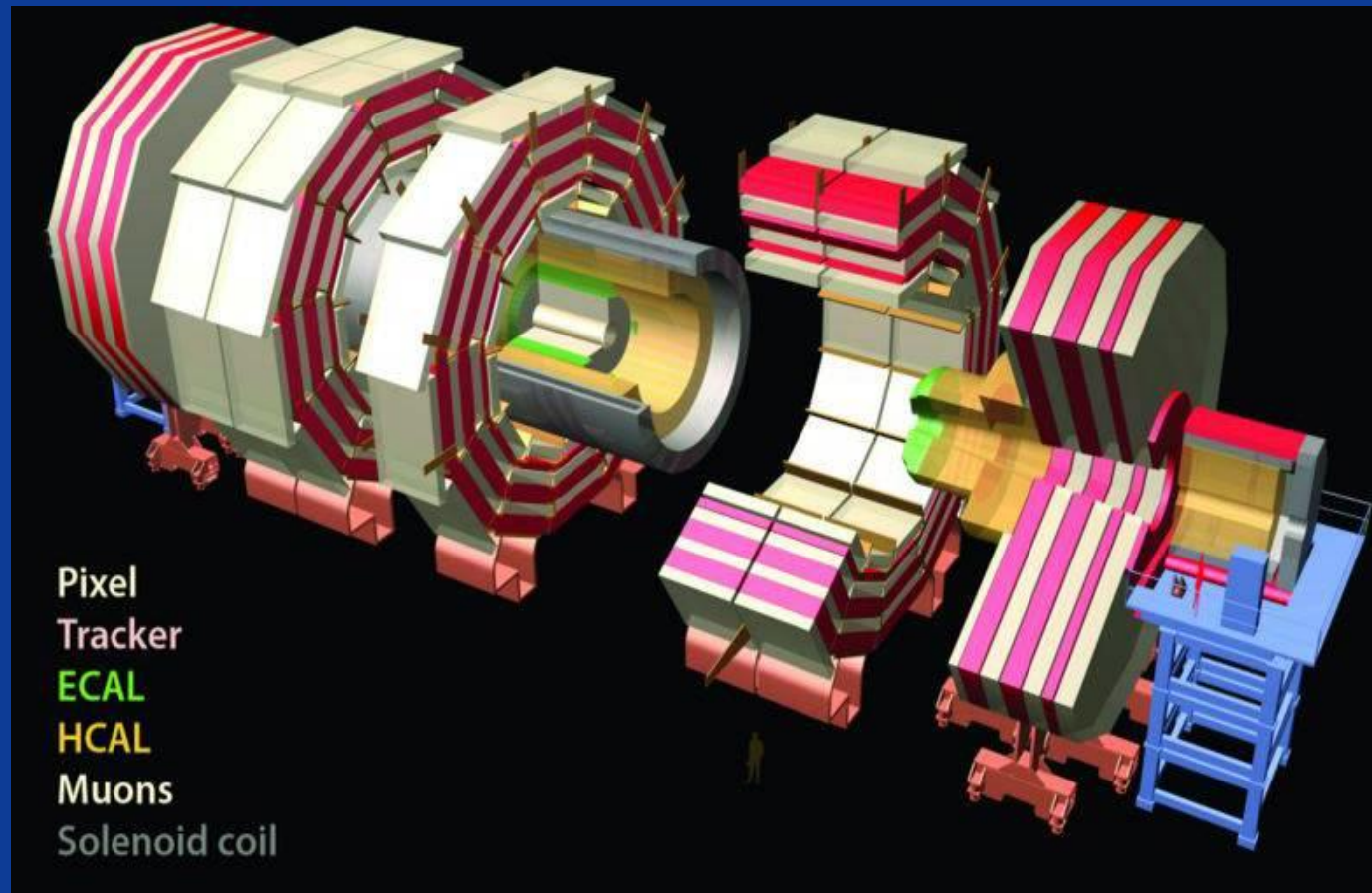


LHCb

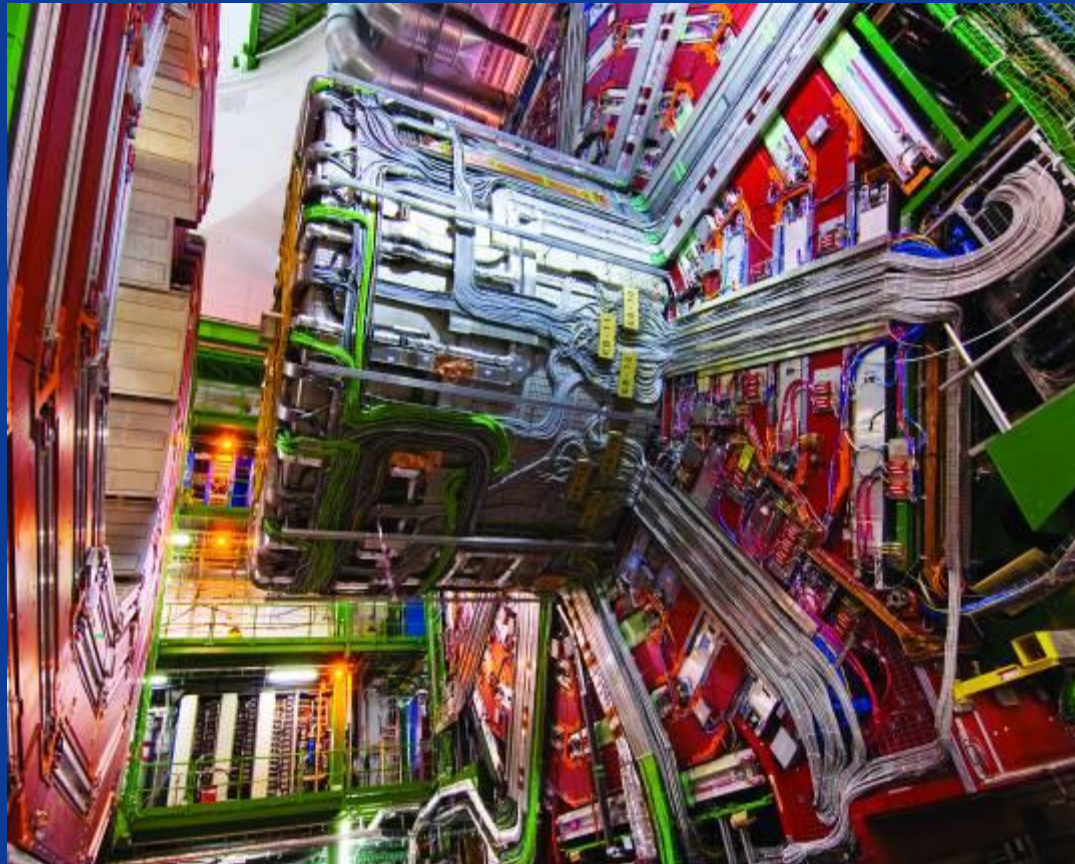


Esimerkki: CMS ilmaisin

- Suunnittelu ja rakentaminen vaati n. 2000 tutkijalta ja insinööriltä yli 20 vuotta
- Halkaisija n. 15m ja pituus 29m
- Painaa 14000 tonnia eli n. kaksi kertaa niin paljon kuin Eiffel-torni
- CMS:n solenoidi-magneetti on suurin ja voimakkain koskaan rakennettu

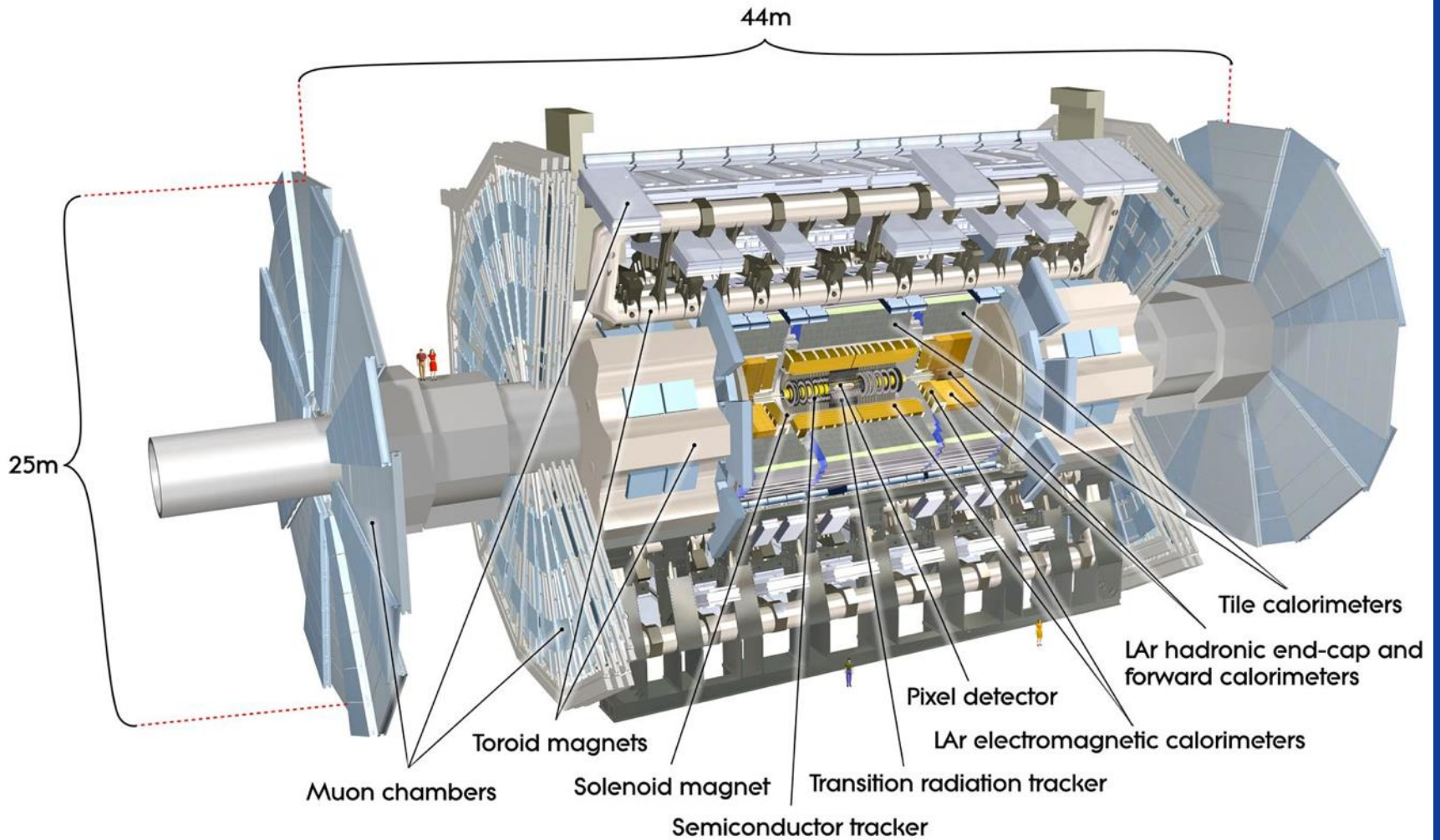


...rakennettu hämmästyttävällä tarkkuudella...



- CMS-ilmaisimien on kuin 75 miljoonan pikselin 3-ulotteinen kamera, joka ottaa 40 miljoonaa kuvaa sekunnissa

Vertailun vuoksi: Atlas-ilmaisin



Ilmaisimen kontrollihuone

ajon aikana miehitys 24/7



Hieman yleistietoa CERNistä

CERN (2016)

- Budjetti: 1 127,9 miljoonaa CHF
- 22 jäsenmaata:
 - Alankomaat, Belgia, Bulgaria, Espanja, Iso-Britannia, Israel, Italia, Itävalta, Kreikka, Norja, Portugali, Puola, Ranska, Romania, Ruotsi, Saksa, Slovakia, Suomi, Sveitsi, Tanska, Tsekki, Unkari
- Liitännäisjäsenet: Kypros, Pakistan, Serbia, Turkki, Ukraina
- Tarkkailijat:
 - Euroopan Komissio, Intia, Japani, Turkki, UNESCO, Venäjä, Yhdysvallat

CERNin mandaatti

- Palvelulaitos:
 - rakentaa suuret kiihdyttimet eurooppalaisten (ja muiden maiden) hiukkasfyysikoiden käyttöön
- Tekee tutkimus- ja kehitystyötä hiukkasilmaisimien ja uusien kiihdyttimien rakentamiseksi sekä niiden soveltamiseksi muille aloille.
 - CERNissä tehdään siten hiukkasfysiikkaa, ydinfysiikkaa, materiaalfysiikkaa, ja kehitetään sovellutuksia esim. lääketieteeseen
- Osallistuu oman fyysikkoryhmän avulla hiukkasfysiikan kokeisiin. CERNin tutkimusfyysikoita on alle sata kokonaishenkilökunnasta (tot. 2500).

Tutkimustyö CERNissä

- Suuret koelaitteistot kiihdyttimien yhteyteen rakennetaan yliopistojen ja tutkimuslaitosten toimesta, yhteisellä rahoituksella (vastuut ja rahoitus sovitaan Memorandum of Understanding asiakirjoilla)
- Noin 10000 tutkijaa tekee tutkimustyötä CERNissä, oleskellen siellä viikosta vuosiin projektin tilanteen ja edistymisen mukaan. Rahoitus pääasiassa omien instituuttien toimesta.
- CERNiä ei siis olisi ilman yliopistoja ja kansallisia tutkimuslaitoksia. Kaikki suuret eurooppalaiset yliopistot ovat CERNin tutkimuksessa mukana.

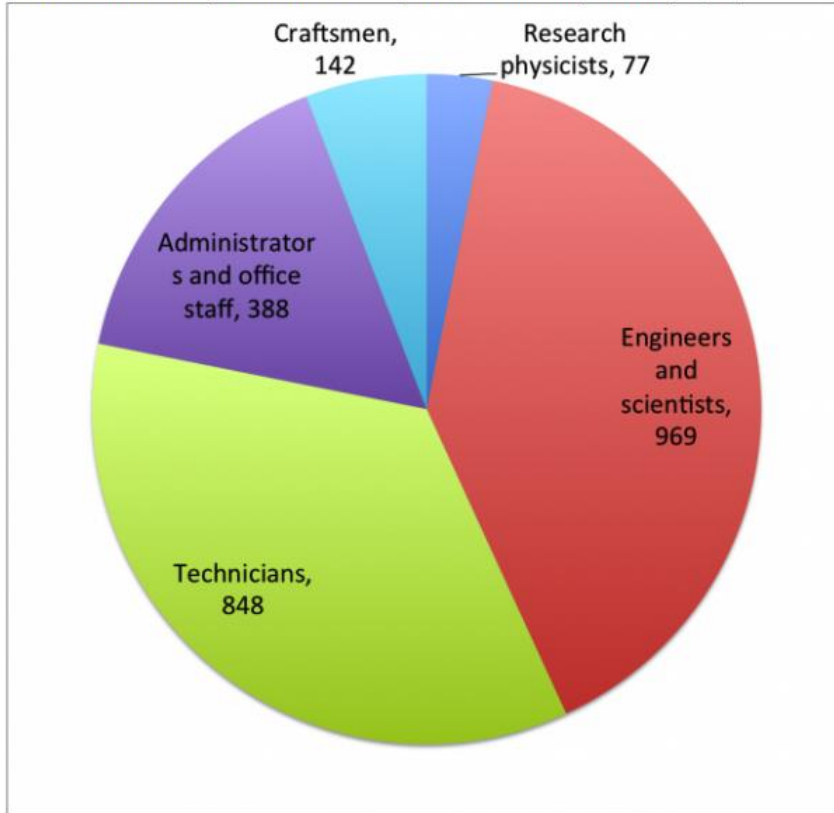
Jokaisena arkipäivänä yli 10000 henkeä tulee CERNiin töihin



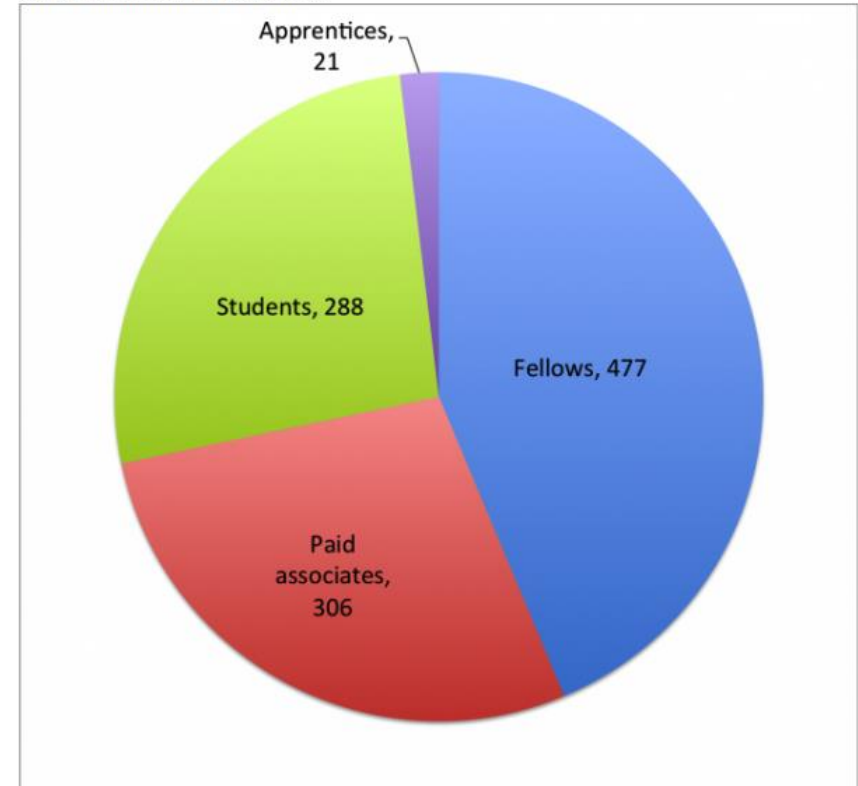
Joukossa fyysikkoja, insinöörejä, tekniikkoja,
asentajia, hallintohenkilökuntaa...

CERNin henkilökunta

Staff members as of 31 December 2011 (includes externally funded): 2424

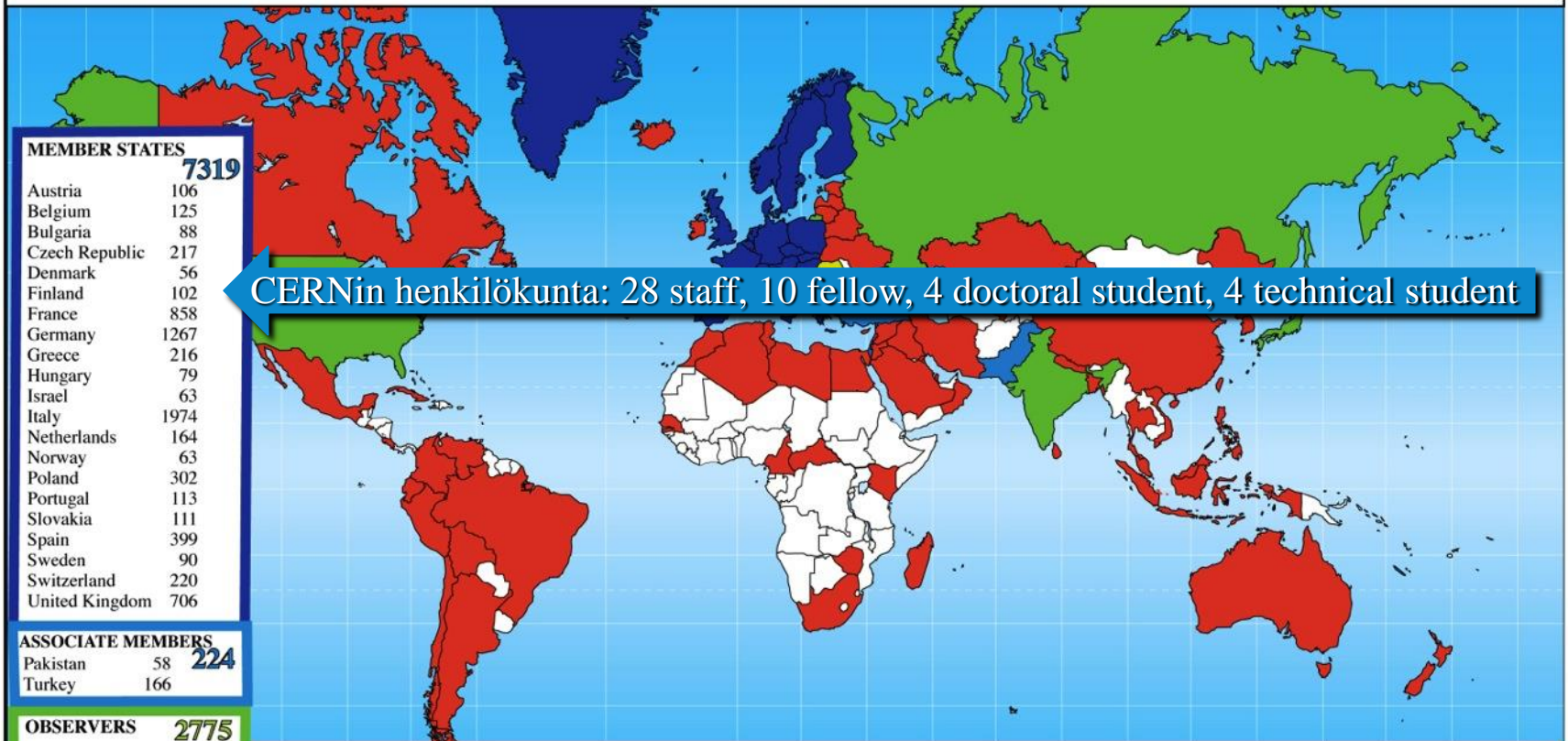


Other members of personnel



CERNin käyttäjät tulevat kaikkialta maailmasta

Distribution of All CERN Users by Nationality on 12 January 2016



MEMBER STATES **7319**

Austria	106
Belgium	125
Bulgaria	88
Czech Republic	217
Denmark	56
Finland	102
France	858
Germany	1267
Greece	216
Hungary	79
Israel	63
Italy	1974
Netherlands	164
Norway	63
Poland	302
Portugal	113
Slovakia	111
Spain	399
Sweden	90
Switzerland	220
United Kingdom	706

ASSOCIATE MEMBERS **224**

Pakistan	58
Turkey	166

OBSERVERS **2775**

India	284
Japan	316
Russia	1071
USA	1104

STATES IN ACCESSION TO MEMBERSHIP **195**

Cyprus	19
Romania	131
Serbia	45

CERNin henkilökunta: 28 staff, 10 fellow, 4 doctoral student, 4 technical student

OTHERS													
Albania	4	Bosnia & Herzegovina	1	Ecuador	4	Kazakhstan	1	Malta	5	Qatar	1	Thailand	20
Algeria	8	Brazil	135	Egypt	24	Kenya	2	Mauritius	1	San Marino	1	T.F.Y.R.O.M.	2
Argentina	24	Cameroon	2	El Salvador	1	Korea, D.P.R.	4	Mexico	84	Saudi Arabia	1	Tunisia	3
Armenia	27	Canada	154	Estonia	15	Korea Rep.	151	Montenegro	2	Senegal	1	Ukraine	88
Australia	31	Central African Rep.	1	Georgia	44	Latvia	1	Morocco	13	Singapore	3	Uzbekistan	5
Azerbaijan	11	Chile	20	Iceland	4	Lebanon	12	Nepal	7	Sint Maarten	1	Venezuela	11
Bangladesh	7	China	421	Indonesia	10	Libya	1	New Zealand	6	Slovenia	27	Viet Nam	8
Belarus	50	Colombia	38	Iran	54	Lithuania	30	Oman	1	South Africa	31	Zimbabwe	5
Bolivia	2	Costa Rica	1	Iraq	1	Luxembourg	2	Palestine (O.T.)	7	Sri Lanka	3		
		Croatia	38	Ireland	20	Madagascar	4	Peru	6	Syria	1		
		Cuba	13	Jordan	8	Malaysia	18	Philippines	4	Taiwan	56		

1803

CERNin lyhyt historia – idea

- 1949: Ehdotus Eurooppalaisen tutkimuslaitoksen perustamisesta – Louis de Broglie
 - Pysäytettävä aivovuoto Euroopasta
 - Edistettävä rauhan säilymistä Euroopassa



CERNin lyhyt historia – perustaminen

- 1950-1951:
Diplomaattista
taustatyötä – Isidor
Rabi, Pierre Auger,
François de Rose
- 1952-1953: Conseil
Européen pour la
Recherche Nucléaire
– CERN, Geneve
valitaan CERNin
sijaintipaikaksi



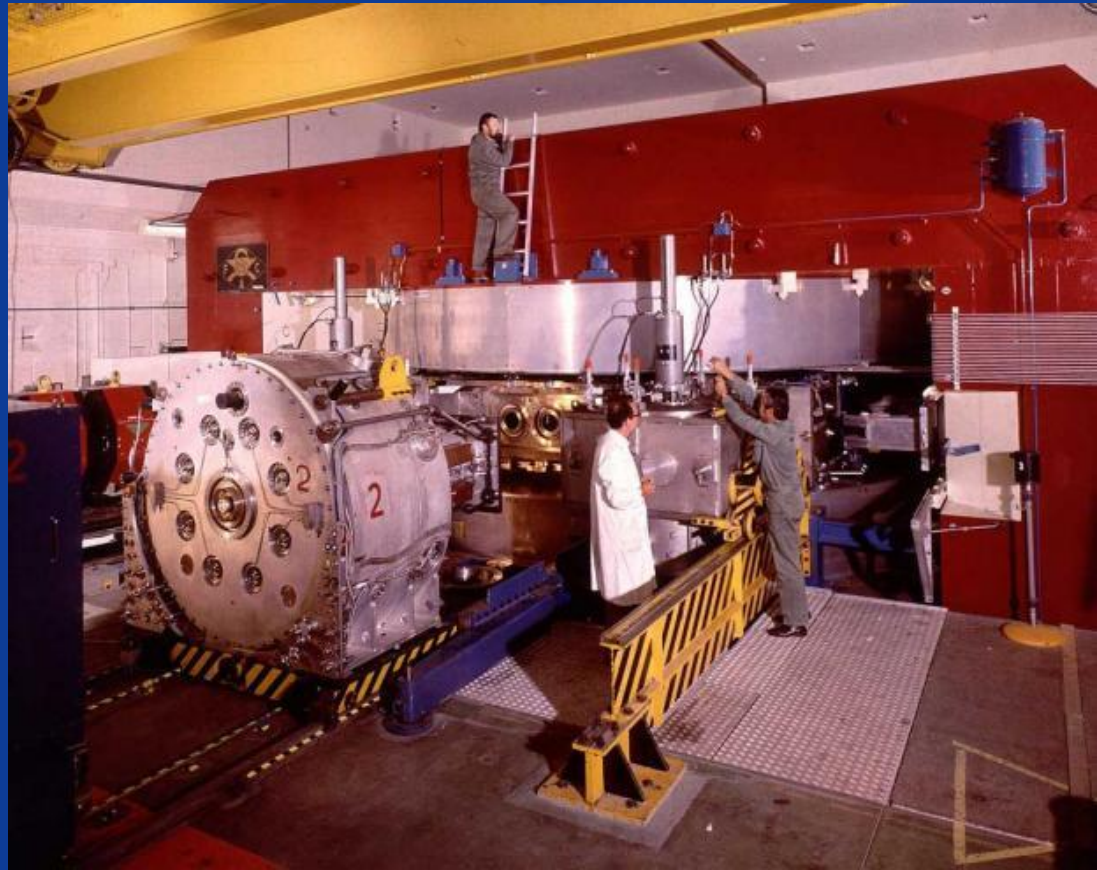
CERNin lyhyt historia – paikka ja aika

- 1954: Rakentaminen alkaa toukokuussa, peruskirjan ratifiointi 29.9.1954 – CERNin syntymäpäivä



CERNin lyhyt historia – laitteisto

- 1957-1990: CERNin ensimmäinen hiukkaskiihdytin – Synchrocyclotron
- 1959-: Proton Synchrotron (PS)
- 1971-1984: ISR – ensimmäinen rengastörmäytin
- 1976-: SPS
- 1989-2000: LEP
- 2008-: LHC
- Tulevaisuus?: HL-LHC, CLIC, FCC, ...

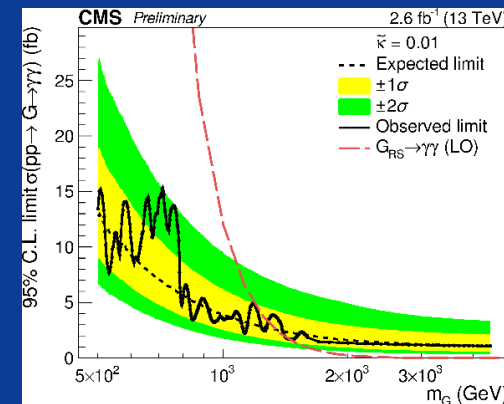
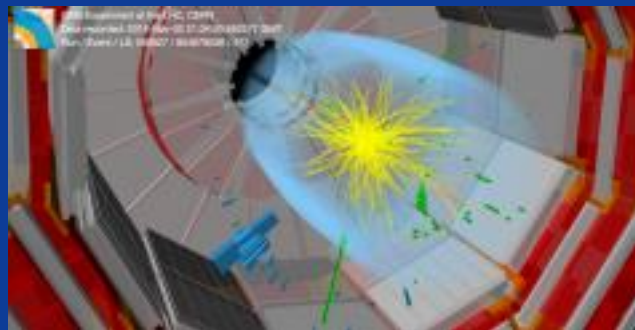
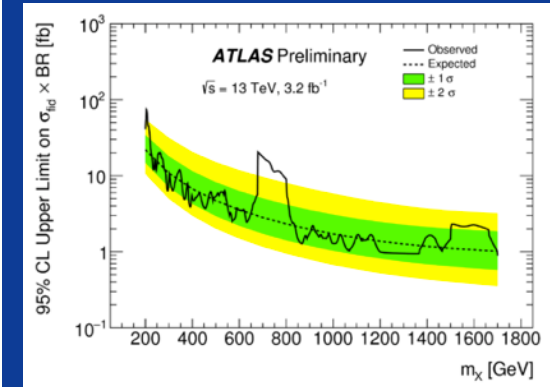
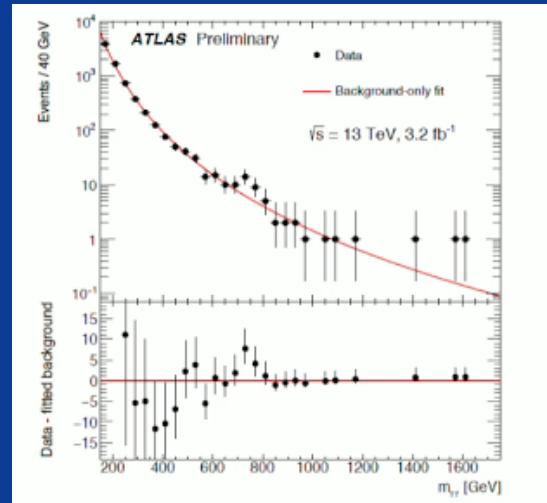


CERNin lyhyt historia – tärkeimpiä löytöjä ja saavutuksia

- **1968: Monilankaverrannollisuuskammi** – Nobel 1992, Georges Charpak
- **1972: Stokastinen jäähdytys** – Simon van der Meer
- **1973: Neutraalit virrat** löydetään PS:n Gargamelle-kokeessa – Nobel 1979, Sheldon Glashow, Abdus Salam, Steven Weinberg
- **1983: W- ja Z-hiukkaset** löydetään SPS:n UA1- ja UA2-kokeissa – Nobel 1984, Carlo Rubbia, Simon van der Meer
- **1989: World Wide Web** – Tim Berners-Lee
- **1995: Ensimmäiset atomit antiainetta** tehdään LEAR:in PS210-kokeessa
- **2012: Higgsin-hiukkanen** löydetään LHC:n CMS ja Atlas-kokeissa – Nobel 2013, Peter Higgs, François Englert

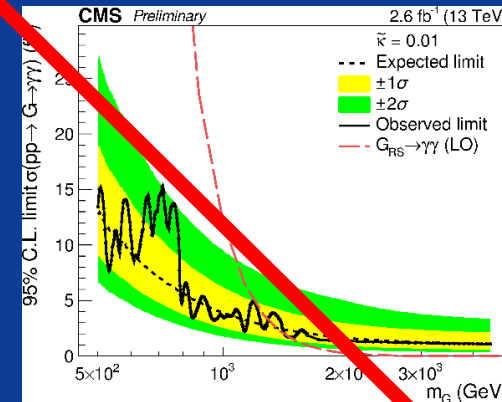
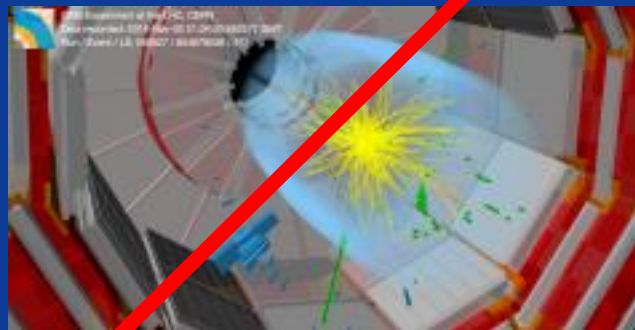
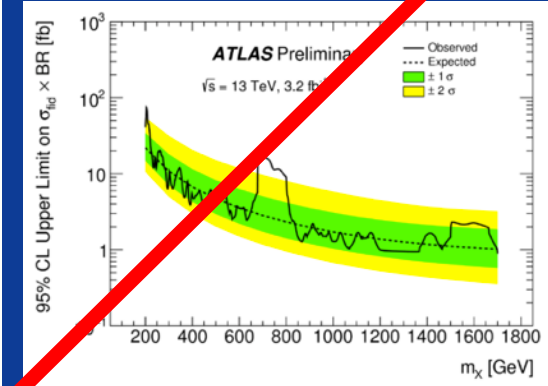
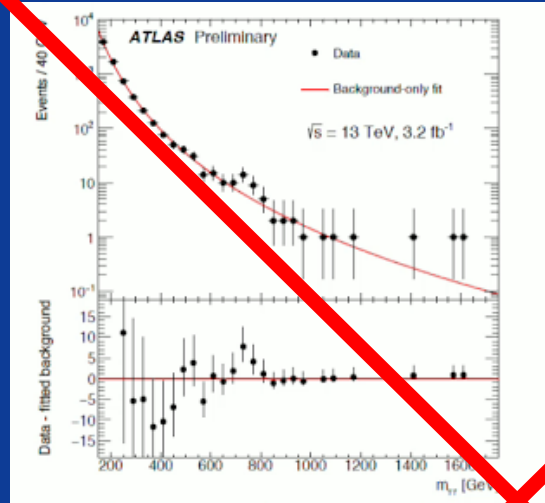
Tieteen arkea: uusia löytöjä?

- Vuoden 2015 lopulla sekä Atlas ja CMS ilmoittivat näkevänsä heikon signaalin di-fotonikanavassa n. 750 GeV:n alueella
- Merkitsevyydet silloin vielä selvästi alle löytöön tarvitavan 5σ
- Mahdollisuuksia:
 - Toinen Higgs?
 - Jotain muuta?
 - Ei mitään?

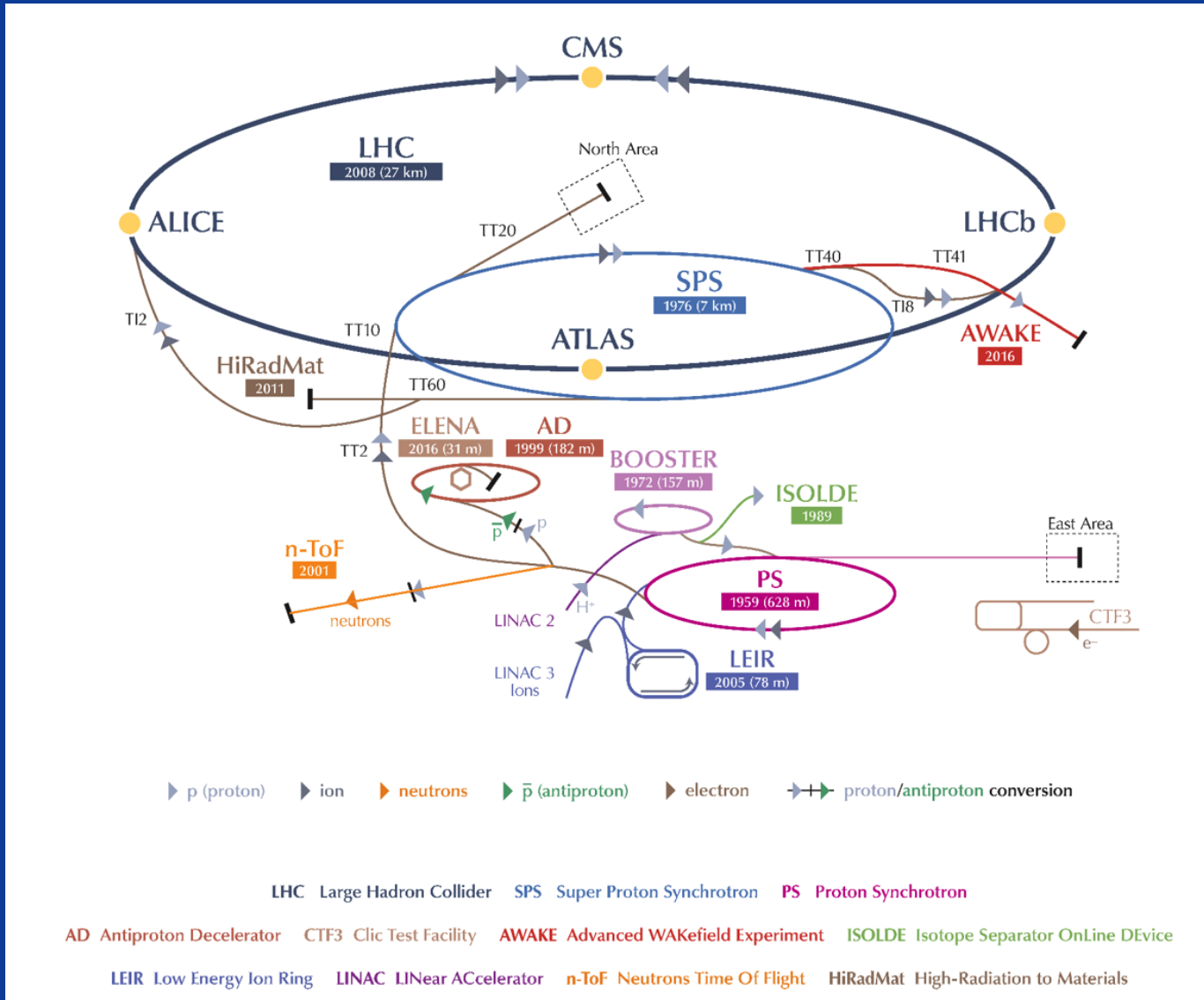


Tieteen arkea: ~~uusia löytöjä?~~

- Vuoden 2015 lopulla sekä Atlas ja CMS ilmoittivat näkevänsä heikon signaalin di-fotonikanavassa n. 750 GeV:n alueella
- Merkitsevyydet silloin vielä selvästi alle löytöön tarvitavan 5σ
- Mahdollisuuksia:
 - Toinen Higgs?
 - Jotain muuta?
 - **Ei mitään?**



CERNin kiihdytinsuihkut ja kokeet



CERNin kiihdyttimet

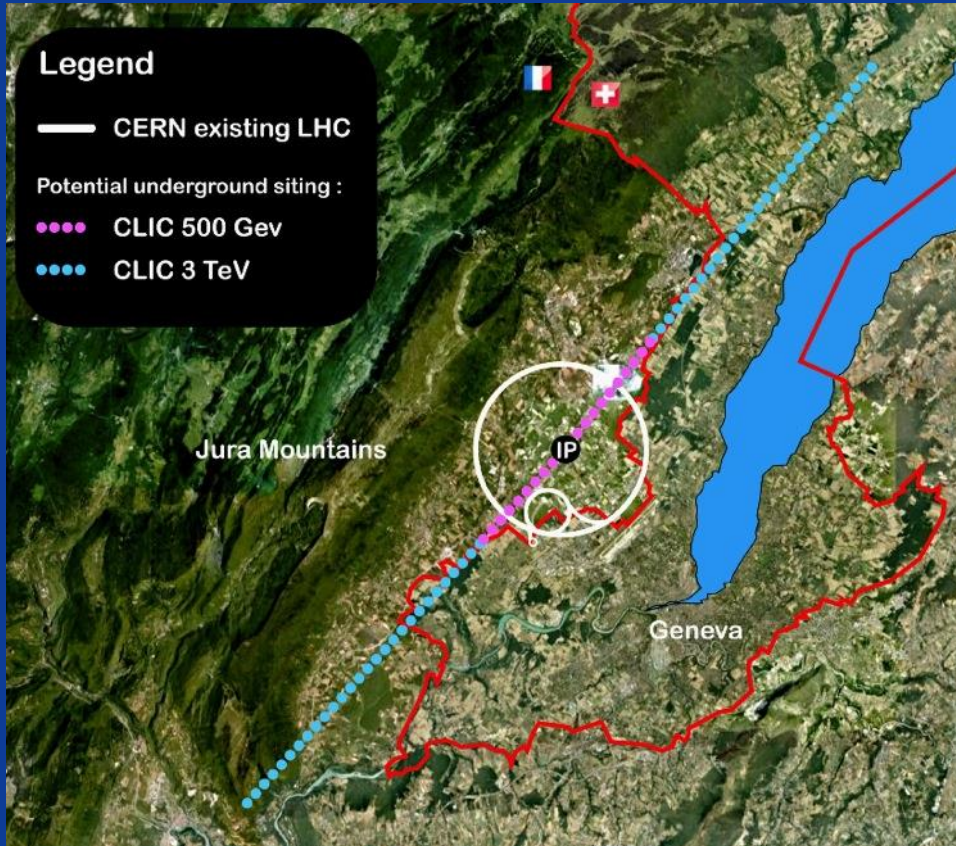
- LHC: 7+7 TeV Large Hadron Collider, ympärysmitta 27 km
- SPS: 450 GeV Super Proton Synchrotron, ympärysmitta 6.9 km
- PS: 28 GeV Proton Synchrotron
- LINAC-2, 3, 4: Injektorit suuremmille kiihdyttimille, joissa hiukkassuihkut synnytetään
- ISOLDE: Booster-ISOLDE isotooppiseparaattori
- AD: 100 MeV/c Antiproton Decelerator
- CTF3: 150 MeV CLIC Test-Facility, elektronisuihku

CERNin kokeet

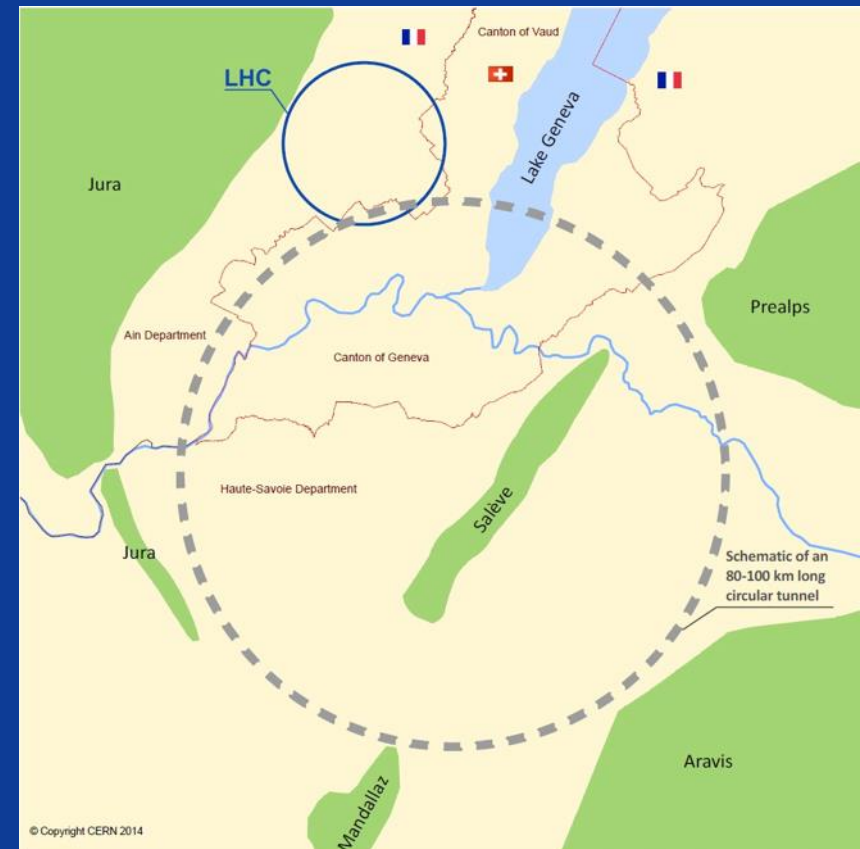
- LHC, 7 aktiivista: ALICE, ATLAS, CMS, LHCb, LHCf, MoEDAL, TOTEM
- SPS, 5 aktiivista: COMPASS, NA61/SHINE, NA62, NA63, OPERA, ICARUS
- PS, 5 aktiivista: CLOUD, DIRAC, n_TOF, 2 jotka eivät tarvitse suihkua: CAST, OSQAR
- AD, 6 aktiivista: ACE, AEgIS, ALPHA, ASACUSA, ATRAP, BASE
- ISOLDE: 68 aktiivista, 57 valmisteilla
- CTF3: R&D tulevaisuuden lineaarikiihdytintä varten
- AMS: Asennettu ISS:lle, kontrolli CERNistä

CERNin tulevaisuus? – Think Big!

Compact Linear Collider (CLIC)



Future Circular Collider (FCC)



Suomi ja CERN

Suomi CERNissä

- Jäsen vuodesta 1991, tämänhetkinen jäsenmaksu n. 14 milj. EUR (1,36% kokonaisbudjetista)
- Suomalaiset tutkijat CERNin tutkimuksessa vuodesta 1966 (aluksi Helsingin yliopistosta, sittemmin TKK:sta ja Jyväskylän yliopistosta)
- Fysiikan tutkimuslaitos (HIP) koordinoi suomalaista tutkimusta CERNissä.
 - Mukana Helsingin yliopisto, Jyväskylän yliopisto, Lappeenrannan Teknillinen yliopisto ja Tampereen Teknillinen yliopisto.
- Suomalaisia CERNissä n. 65, joista n. 2/3 CERNin palkoilla, muut muutamaa poikkeusta lukuunottamatta HIPin palkkaamia.

Fysiikan tutkimuslaitos

Helsinki Institute of Physics (HIP)

- Mandaatti:
 - Fysiikan perustutkimus sekä soveltava tutkimus
 - Fysiikan tutkimus ja teknologian kehitystyö kansainvälisissä kiihdytinlaboratorioissa
- Tohtorikoulutus fysiikassa ja teknologiassa
- Kansallinen koordinaatiotehtävä:
 - Suomalainen tutkimusyhteistyö CERNissä, Fermin laboratoriossa (Chicago, USA), ja FAIR-tutkimuslaitoksessa (Darmstadt, Saksa, rakenteilla)

Missä olemme mukana

- Kokeelliset hiukkasfysiikan tutkimusprojektit: CMS, TOTEM, ALICE
- Kokeelliset ydinfysiikan tutkimusprojektit: ISOLDE
- Yhteistyö teoreettisessa fysiikassa
- Muut aktiviteetit: CLIC-kehitystyö, CLOUD-koe
- Lukioiden leirikoulujen järjestäminen, opettajien täydennyskoulutus

Onko joku vielä hereillä?

Jos on, niin kiitos
tarkkaavaisuudesta!